

PHYSIKALISCHE *Verhandlungen*

AUTORENREFERATE UND TAGUNGSBERICHTE

VERBAND DEUTSCHER PHYSIKALISCHER GESELLSCHAFTEN

ÖSTERREICHISCHE PHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT

ASTRONOMISCHE GESELLSCHAFT

DEUTSCHE METEOROLOGISCHE GESELLSCHAFT

DEUTSCHE GEOPHYSIKALISCHE GESELLSCHAFT

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE OPTIK

DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRONENMIKROSKOPIE

GESELLSCHAFT FÜR ANGEWANDTE MATHEMATIK UND MECHANIK

SEKTION FÜR KRISTALLKUNDE DER DT. MINERALOG. GES.

1955

6. JAHRGANG

1

Sitzungen der Physikalischen Gesellschaft zu Berlin

Mit Beilage „Fachausschußsitzungen“
(Sonderpaginierung)



PHYSIK

PHYSIK VERLAG

MOSBACH · BADEN

Richard Becker †

Am 16. März 1955 starb völlig unerwartet nach kurzer schwerer Krankheit Professor Dr. Richard Becker, der Vorsitzende des Verbandes Deutscher Physikalischer Gesellschaften. Die deutschen Physiker beklagen aufs tiefste den Verlust dieses großen Lehrers und Forschers und guten Menschen.

Als Richard Becker im vergangenen Herbst erst auf vielfachen Wunsch und dringende Bitten sich bereit finden ließ, den Vorsitz unseres Verbandes zu übernehmen, durfte man sich von seiner langjährigen Erfahrung und überlegenen Klugheit für seine Amtsperiode weit mehr versprechen als nur eine würdige Vertretung des Verbandes gegenüber Staat und Organisationen des In- und Auslandes und die Sorge für termingerechte Erledigung der laufenden Geschäfte. Man konnte hoffen, daß es ihm gelingen würde, den Einfluß der im Verband zusammengeschlossenen Physiker zur Mitwirkung an der Lösung derjenigen Gegenwartsprobleme einzusetzen, die in letzter Zeit über jedes Sachinteresse hinaus für die Gestaltung und die Zukunft des gesamten menschlichen Lebens von besonderer Bedeutung geworden sind und vor denen vor allem die Physiker die Augen nicht verschließen dürfen. Es wird gerade darum schwer sein, die Lücke zu schließen, die der Tod Richard Beckers in unsere Reihen gerissen hat.

Sür den Vorstand des Verbandes
Deutscher Physikalischer Gesellschaften

Dr. Karl Wolf

Physik und Astronomie

Es gibt einen Wortgebrauch, der die Astronomie von der Astrophysik unterscheidet. Mit Astronomie meint man dabei die immer noch zum Bestand der astronomischen Grundausbildung gehörende Sphärische Astronomie, die Bahnbestimmung und die Himmelsmechanik und insbesondere die Positionsbestimmung der Gestirne als Problem der Beobachtung. Diese Art von Astronomie gilt vielen als langweilig und manchen als überlebt. Neben ihr und teilweise sehr unabhängig haben sich die Disziplinen entwickelt, die man als Astrophysik bezeichnet: Etwa die Photometrie und die Spektroskopie der Gestirne sowie die Theorie der Sternatmosphären und des Sterninneren. Diese Gebiete gelten als aktuell und interessant. Es soll sogar vorkommen, daß die so definierte Astrophysik als ein Zweig der angewandten Physik schlechthin bezeichnet wird.

Formuliert man aber die beiden Grundfragen der Himmelskunde: „(1) Wie sind die Gestirne im Raume angeordnet und wie bewegen sie sich? (2) Welches ist die Natur der Gestirne?“ Und nimmt man hinzu die Frage: „(3) Wie können wir die Entstehung der vorhandenen Strukturen aus einfacheren verstehen?“, so dürfte es schwer werden, die aufregendste von ihnen, nämlich die dritte, anzugehen ohne durchgehende Hilfe der Methoden, die aus der Arbeit an der ersten und zweiten Frage hervorgingen.

Die falschen Grenzziehungen sind psychologisch verstehbar. Das menschliche Bedürfnis, sich hochmütig oder ängstlich abzugrenzen und damit das erstarrte oder geschwächte Selbstgefühl zu befriedigen, das komplementäre Bedürfnis, dem Nachbarn dreinzureden, weil man ihm klarzumachen wünscht, was eigentlich und wie er es zu treiben habe, diese beiden den

älteren und den jüngeren Forschungszweig manchmal begleitenden Haltungen sind menschliche Kehrseiten des Phänomens einer beispiellosen und ungewöhnlich fruchtbaren Wirkung der Physik auf die Astronomie.

Unsere Sprache und unsere Denkweise ist stark von der Physik geprägt, ihre Instrumente und ihre Kategorien sind unsere Werkzeuge, und oft sind ihre Zeitschriften, z. B. die Physikalischen Verhandlungen, die uns freundlich zur Verfügung gestellten Sprachorgane.

Das war natürlich zu den Zeiten von *Tycho Brahe*, der Kometen als Dünste in der Atmosphäre der Erde ansah, ähnlich, und in 100 Jahren, wenn etwa die Physiker die Naturkonstanten sämtlich als variabel ansehen werden oder Psychologie der Elementarteilchen treiben (das soll keine Prophezeiung sein sondern nur eine hyperbolische Redeweise), werden manche älteren Fragen an den gestirnten Himmel, die man heute ungeheuer interessant findet, ohne befriedigende Antwort sein, weil es irgendwann langweilig, unmodern und geistlos wurde, sich mit ihnen zu beschäftigen; man ließ sie fallen, wie ein Kind ein Spielzeug fallen läßt, wenn es durch ein neues abgelenkt wird. Analoge Phänomene kennen alle Wissenschaften; daß sie mit verschiedener Stärke auftreten, hat teilweise soziologische Gründe, z. B. die der größeren oder kleineren Anwendbarkeit, die ganz verschiedene Anzahlen von Menschen in ein bestimmtes Gebiet lockt, sodaß dann eine größere oder geringere Vollständigkeit in seiner Durchforschung die Folge ist.

Was nun das nähere Verhältnis der Astronomie und der Physik zueinander betrifft, so ist es berechtigt festzustellen, daß einige wesentliche Züge unseres heutigen astronomischen Weltbildes von der physikalischen Entwicklung unbeeinflusst hervortraten. Dabei wird man wohl absehen dürfen von der allgemeinen technischen Entwicklung, die zwar von der Physik befruchtet wird, aber in völlig verschiedenen Wissenschaften, wie Chemie, Biologie, Medizin, analog verläuft, sodaß ihre Betrachtung nichts für unsere Frage Spezifisches liefert. Es kommt nicht viel heraus, wenn man darauf besteht, Größensteigerungen von Instrumenten, Genauigkeitssteigerungen von Methoden als Ergebnis physikalischer Einflüsse verstehen zu wollen. Persönlich halte ich für das des Merkens würdigste Phänomen, das die letzten Jahrzehnte zu Tage förderten, die Rotverschiebung in den Spektren der Nebel und ihre Korrelation mit der Entfernung. Beide Glieder der berühmten Beziehung waren Ergebnisse der von *George E. Hale* in Bewegung gesetzten Tendenz zum Bau des jeweils möglichen größten Reflektors. Auch die Entdeckung der Sternpopulationen durch *Baade* ist von diesem Typus.

Sodann ist die Lehre von der Rotation der Milchstraße kein Ausfluß der Physik. Sie ist aber die Basis, auf der die Bestimmung der H-Verteilung aus der 21,7 cm-Welle beruht. Ferner ist die Erkenntnis kein Ausfluß der Physik, daß Sterne verschiedener Typen verschieden im Raume angeordnet sind und sich verschieden bewegen, eine Erkenntnis, die zwingend auf kosmogonische Gedankenreihen führt.

Und in der Tat: Wie die Geologie die Vorgänge der Gebirgsbildung mit physikalischen Kategorien angeht, so auch die Astronomie alle ihre Probleme. Ein Meridiankreis ist nicht weniger ein astrophysikalisches Gerät als eine radioastronomische Spiegel-Antenne von 25 m Öffnung. Aber astronomische Probleme sind deshalb keineswegs Probleme der angewandten

Physik. Etwas zu einfach könnte man sagen, es sei das besondere Charakteristikum der Physik, einerseits nach Differentialgleichungen (oder analogen Begriffsformen) zu suchen, den sogenannten Naturgesetzen, und andererseits die konkrete Welt so, wie sie ist, in die Anfangs- oder Randbedingungen zu verweisen, die man damit als mehr oder minder „zufällig“ oder „willkürlich“ betrachtet. Der himmlische Teil dieser konkreten Welt ist es, der den Astronomen brennend interessiert, den er als Produkt einer Entwicklung verstehen muß, die er — weil er nicht experimentieren kann — spekulativ nachzeichnen sucht, mit physikalischen Denkmitteln natürlich. Besteht man darauf, diese astronomische Tätigkeit Physik zu nennen, so sollte man das bei der Röntgen-Medizin auch tun. Nur glaube ich, daß wenig mehr als Verwirrung dabei herauskommt, wenn man die gleichen Etiketten auf Flaschen verschiedenen Inhalts klebt.

Im Gebiete der Kosmologie, der Lehre vom Weltganzen (orthodoxerweise mit den Mitteln der Relativitätstheorie behandelt), ist das Extrapolieren von Differentialgesetzen in beliebig weite Raumgebiete gleichbedeutend mit einem Verwischen des Unterschiedes von „Gesetzen“ und „Randwerten“, dort fließen Physik und Astronomie tatsächlich ineinander, ebenso wie in dem schwierigen Fragenkreis nach der Entstehung der Elemente und ihrer Verteilung.

Die Astronomen haben also schließlich jeden Anlaß, den Physikern dankbar zu sein, daß sie über die Mauer „dreinreden“: Sie bringen eben nicht allein instrumentelle und theoretische Hilfsmittel. Wenn wir ihnen das Tor weit öffnen, so bringen sie ihren unbefangenen und geschärften Blick mit und ihre Liebe zu den gleichen Sternen, zu denen wir aufschauen.

Wenn also der Herausgeber der Physikalischen Verhandlungen den Vorsitzenden der Astronomischen Gesellschaft gebeten hat, diesmal einige Zeilen zur Einleitung des Jahrgangs zu schreiben, so seien sie ein Dank für eine Freundschaft, die immer mehr zu einer echten Partnerschaft werden möge!

Hamburg-Bergedorf, im März 1955.

O. Heckmann

Physikalische Gesellschaft zu Berlin

SITZUNG AM 3. DEZEMBER 1954

A. SCHEIBE (Phys.-Techn. Bundesanstalt Braunschweig): *Genaue Zeitbestimmung, Molekühluhr und Atomuhr.*

Das terrestrische Zeitmaß ist durch den Mittleren Sonnentag gegeben, die daraus abgeleitete Größe, die Sekunde, ist die physikalische Einheit der Zeit. Die Konstanz der Sekunde ist durch die Konstanz der Rotationsgeschwindigkeit der Erde um ihre Achse bestimmt. Vergleiche zwischen der ‚Inertialzeit‘ eines Gravitationssystems und der terrestrischen Zeit lassen langfristige Änderungen der Sekunde erkennen; Messungen mit Quarzuhren zeigen jahresperiodische Änderungen der Sekunde. Die langfristige tägliche Änderung der Sekunde kann 1×10^{-12} s betragen. Um diese Beträge mit einem physikalischen Zeitmaß zu messen, benötigte man eine Uhr mit einer Konstanz ihrer Sekunde von etwa 1×10^{-13} s. Diese Konstanz besitzt die Quarzuhr wegen ihres Alterungseffektes nicht. Auch die von Lyons und Mitarbeitern geschaffene NH_3 -Molekühluhr schafft es nicht, da sie mit einer täglichen Schwankung ihrer Sekunde im Betrage von $\pm 2 \times 10^{-8}$ s noch nicht die Konstanz einer guten Quarzuhr erreicht. 2 Atomuhren nach Lyons, die auf einem Cs-Atomstrahl als Träger resonierender Atome basieren, ergeben hoffnungsvollere Resultate. Die zuerst gebaute Atomuhr hat eine Güte Q von 1 bis 3×10^7 ; sie sollte danach rechnerisch eine tägliche Konstanz der Sekunde bis auf $\pm 3 \times 10^{-11}$ s haben. Die später gebaute Atomuhr soll nach mündlicher Mitteilung eine Güte Q von 3×10^9 besitzen und eine tägliche Konstanz ihrer Sekunde von $\pm 1 \times 10^{-11}$ bis $\pm 1 \times 10^{-13}$ s aufweisen. Über das Verhalten dieser Atomuhren im Dauerbetrieb ist nichts bekannt.

SITZUNG AM 21. JANUAR 1955

WERNER KLEEN (Siemens & Halske A. G., München): *Physikalische Grundlagen der Höchstfrequenzröhren.*

Die Elementarvorgänge in Höchstfrequenz-Elektronenröhren sind Geschwindigkeitsmodulation und Umwandlung einer geschwindigkeitsmodulierten Elektronenströmung in eine dichtemodierte (Phasenfokussierung).

Die klassische ballistische Vorstellung der Phasenfokussierung in Elektronenströmungen, die von Leitern verschwindender Wandimpedanz eingeschlossen sind, steht in Widerspruch zum Satz von der Erhaltung der Energie. Phasenfokussierung entspricht einer Zunahme der potentiellen Wechselstromenergie der Elektronen, die mit einer Abnahme der kinetischen Wechselstromenergie der Elektronen verknüpft ist. Damit erfolgt längs des Weges einer Elektronenströmung in einem feldfreien Laufraum ein kontinuierlicher Austausch von kinetischer und potentieller Energie. Dieser Vorgang entspricht dem einer wellenförmigen Ausbreitung von Signalen (freie Raumladungswellen). Verstärkung wird erzielt als Folge eines Schwebungsvorganges zweier fortschreitender Raumladungswellen konstanter Amplitude aber verschiedener Phasengeschwindigkeiten. Es entstehen dabei stehende Wellen. *Maxwell-Gleichungen, Poissonsche Gleichung, Kontinuitäts- und Bewegungsgleichung* führen zur Wellengleichung dieses Vorganges.

Schließt man die Elektronenströmung in Leiter geeigneter Wandimpedanz ein, so entstehen durch Influenz der bewegten Ladungen auf den Leitungsoberflächen elektrische Wechselfelder, die auf die Strömung zurückwirken. Sie beeinflussen die Phasenfokussierung im Zuge der Strömung und können unter bestimmten Bedingungen ein progressives Anwachsen der Amplitude des Elektronenwechselstromes bewirken. Hierauf beruht der Mechanismus der Lauffeldröhren, über deren verschiedene Arten ein Überblick und eine Systematik gegeben wird. Das „Carcinotron“ ist eine spezielle Lauffeldröhre, bei der eine Elektronenströmung in einer Leitung läuft, in der sich eine elektromagnetische Welle so fortpflanzt, daß Phasen- und Gruppengeschwindigkeit entgegengesetztes Vorzeichen haben. Es entsteht dabei ein Oszillator, dessen Frequenz über einen großen Bereich (z. B. eine Oktave) allein durch Spannungsvariation veränderlich ist.

Es wird schließlich auf eine Analogie zwischen Raumladungswellen in Elektronenströmungen und elektromagnetischen Wellen in nicht reflexionsfrei abgeschlossenen Wellenleitern hingewiesen. Auch Raumladungswellen lassen sich transformieren. Derartige Transformationen bilden die Grundlage neuartiger Höchstfrequenz-Verstärkerröhren.

SITZUNG AM 28. JANUAR 1955

E. MENZEL (Phys. Inst. d. Univ. Tübingen): *Neue Meß- und Beobachtungsverfahren der Lichtmikroskopie.*

Das Lichtmikroskop ist nicht nur geeignet, Objektdetails, die in einer Ebene senkrecht zur Mikroskopachse liegen, zu verdeutlichen; es erlaubt auch die Tiefen-Ausdehnung der Objekte wiederzugeben und zu messen. — Der mehrfache Lichtschnitt stellt das Relief von Oberflächen mit etwa der gleichen Auflösung dar wie laterale Objektstrukturen [NATURWISS. 38, 332, 1951]. Es werden Phasenkonten vom Gangunterschied einer halben Wellenlänge mit schrägem Lichteinfall auf die Probe abgebildet; sie erscheinen hier als tiefschwarze Linien und geben im Bilde das Profil der Oberfläche so wieder, wie es nach Schnitten durch die Probe sichtbar würde.

Höhenunterschiede bis zu $0,1 \mu$ herab sind erkennbar. Gelegentlich lassen Störstrukturen auf dem Objekt die Schnittlinien nicht erkennen; solche Störungen verschwinden, wenn man das Objekt mit einer Amplitude von wenigen Mikron senkrecht zu den Schnittlinien und zur Mikroskopachse schwingen läßt [NATURWISS. 40, 480, 1953].

Sehr genaue Dickenmessungen mikroskopischer Objekte sind mit Dreistrahlinterferenzen möglich [E. Menzel, K. Schmidt, Z. ANGEW. PHYS. 6, 3409, 1954]. So wurde in Durchlicht die optische Dicke der Hüllen von Blutkörperchen (Erythrocytenschatten) mit einer mittleren Genauigkeit von 10 \AA gemessen. Das Verfahren wurde auch im Auflicht zunächst an Glimmerstufen erprobt und lieferte hier eine entsprechende Genauigkeit.

Es wurde ein Mikroskop beschrieben, das mit einer numerischen Apertur von 0,3 die Beobachtung von Metalleinkristallen (Kupfer) kurz unter ihrem Schmelzpunkt erlaubt. Die Kristalle wurden in der Beobachtungskammer im Hochvakuum auf einem stromgeheizten Wolframband hergestellt. Bei thermischer Oxydation mit geringen Sauerstoffdruck wurden diskontinuierliche Anlaufschichten erhalten [E. Menzel, W. Stöfel, NATURWISS. 41, 302, 1954]; sie unterscheiden sich wesentlich von den früher beschriebenen Schichten, die bei höheren Drucken entstanden waren.

SITZUNG AM 11. FEBRUAR 1955

H. FACK (Phys.-Techn. Bundesanstalt Braunschweig): *Theorie der Energieverteilung in Elektronenstrahlen* (nach gemeinsamen Untersuchungen mit H. Boersch).

Messungen der Energieverteilung in Elektronenstrahlen von Boersch mit Hilfe der Lenardschen Gegenfeldmethode zeigen bei hinreichender Strahlstromdichte eine Verbreiterung gegenüber der Maxwell-Verteilung. Geometrische und ähnliche Effekte (Potentialsschwellen) sind durch Versuche mit geeigneten variierten Bedingungen ausgeschlossen. Eine echte Aufheizung des Elektronengases von einer der beobachteten Verbreiterung entsprechenden Größenordnung durch Umwandlung der geordneten Translationsenergie in ungeordnete Wärmeenergie ist nicht möglich. Als Erklärungsmöglichkeit bleibt nur die Umwandlung der statistischen Stromschwankungen (Schrot-Effekt) in Geschwindigkeits-, d. h. Energieschwankungen durch Raumladungswechselswirkung. In der Theorie der Elektronenbewegung (ebene Parallelströmung mit einheitlicher Geschwindigkeit in jedem Querschnitt) muß im Gegensatz zu den üblichen Theorien der Wanderfeldröhren der endliche Außenwiderstand (Kurzschlußfall im Gegensatz zum Leerlauf) berücksichtigt werden. Ausgehend von der Fourier-Zerlegung des Schrotstromes am Eingang des Laufraumes mit bekannter Wahrscheinlichkeitsverteilung der Amplituden und Phasen läßt sich dann in linearer Näherung die Energieschwankung und — unter Verwendung eines auch sonst in statistischen Theorien benutzten Verfahrens (Drichletscher diskontinuierlicher Faktor) — der mittlere Auffängerstrom als Funktion der Gegenfeldspannung berechnen. Es ergibt sich eine mit der Wurzel aus der mittleren Strahlstromdichte wachsende Verbreiterung der Energieverteilungskurven. Man erhält eine befriedigende Übereinstimmung mit den Messungen, wenn man berücksichtigt, daß sich für kleine I der für die ungestörte Maxwell-Verteilung gültige Wert ergeben muß. Die von den übrigen Parametern (Laufraumlänge, Strahlquerschnitt und mittlere Elektronengeschwindigkeit) abhängende Proportionalitätskonstante läßt sich unter den vorliegenden experimentellen Bedingungen nur sehr grob abschätzen. Auf die Beziehung zu den Rauschmessungen von Cutler und Quate wird hingewiesen.

SITZUNG AM 4. MÄRZ 1955

J. BARTELS (Geophys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Sonne und Erde, das Thema des Internationalen Geophysikalischen Jahres.*

Am 1. Juli 1957 beginnt das Année Géophysique Internationale (AGI), zum Studium der verschiedenen Arten der Sonnenstrahlung und ihrer geophysikalischen Wirkungen. Man hofft auf besonders lebhaftere Sonnentätigkeit im neuen Flecken-Zyklus, der Mitte 1954 eingesetzt hat. Außer Wärme und Licht, die recht konstant sind, sendet die Sonne stark veränderliche Strahlung: Wellen der verschiedensten Längen, von Radio-Strahlung bis hinab zu Röntgenstrahlung, ferner Korpuskularstrahlung, von der minimalen Entweichgeschwindigkeit (z. B. 440 km/sec aus der Korona einen Sonnenradius oberhalb der Photosphäre), über die 2000 km/sec der Gaswolken, die von intensiven Eruptionen ausgehen und beim Einschuß in die Erdatmosphäre die großen erdmagnetischen Stürme und Polarlichter erzeugen, bis zu kosmischer Strahlung, die in seltenen Fällen beobachtet worden ist, und deren Reisezeit nur etwa das 4 fache des Lichtes (8 Min.) beträgt. Organisation der Beobachtungen und physikalische Natur der Erscheinungen wurde an typischen Beispielen erläutert, mit den Stichworten: Sonnenüberwachung, Raketenanstiege, Expeditionen, Erdmagnetische Variationen, Ionosphäre, Polarlicht und Luftleuchten, kosmische Strahlung (Zählrohr-Teleskope und Neutronen-Zähler), Meteorologie (Physik der allgemeinen Zirkulation), usw. Die deutsche Beteiligung wurde umrissen und an das Vorbild der Magnetischen Union (*Gauß* und *Weber*, 1836—1841) erinnert.

SITZUNG AM 18. MÄRZ 1955

M. BORN (Bad Pyrmont): *Einstein und das Lichtquantum.*

Nach einer kurzen Übersicht über *Einsteins* Jugendzeit und sein erstes Auftreten in der physikalischen Welt im Jahre 1905 durch die gleichzeitige Veröffentlichung von drei berühmten Arbeiten über Relativität, *Brownsche* Bewegung und das Lichtquantum wurde die letzte dieser Arbeiten analysiert und in Zusammenhang mit *Plancks* ersten Arbeit über das Strahlungsgesetz gebracht. Es folgte ein Bericht, wie der Gedanke des Lichtquants langsam in der Physik Wurzel faßte. Zum Abschluß wurde *Einsteins* heutige skeptische Haltung zu den Grundlagen der Quantentheorie im Zusammenhang mit seinen philosophischen Grundansichten diskutiert und durch Briefstellen an den Vortragenden beleuchtet.





